

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Návrh montážního zařízení pro sestavení výlisků
Design of the Machine for Assembling of Stamped Parts

Student:
Vedoucí diplomové práce:

Bc. Jan Zajíc
doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D

Ostrava 2015

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jan Zajíc**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství
Specializace: 70 Zemní, těžební a stavební stroje
Téma: **Návrh montážního zařízení pro sestavení výlisků**
Design of the Machine for Assembling of Stamped Parts

Zásady pro vypracování:

V rámci diplomové práce zpracujte stručnou rešerši dané problematiky. Dále proveďte analýzu problému a navrhnete montážní zařízení pro sestavování výlisků, které zpracovává výlisky a spojovací materiál, jako například nýty, pouzdra apod. Zařízení bude využívat tváření za studena a radiální lisování. Při technologii práce je vyžadován systém poka-joke (zabránění chybám). Na veškeré pracovní operace musí být navrženy také kontrolní mechanismy. Pro navržené řešení montážního zařízení zpracujte technickou dokumentaci v požadovaném rozsahu, kterou podpoříte potřebnými výpočty a případně také dodatečnými analýzami. Bližší specifikaci provozních podmínek a dalších parametrů určí zadavatel – firma PWO Czech Republic a.s.

Seznam doporučené odborné literatury:

JEŘÁBEK, K. *Metodika navrhování strojů*. 1. vydání, Praha: Ediční středisko ČVUT v Praze, 1999. 119 s.
BROŽ, L. *Hutnictví železa*. Praha: SNTL, Praha 1988. 460 str.
BOLEK, A. a kol. *Části strojů*. Praha: SNTL Praha, 1990.
ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36s.
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: ČNI, srpen 1996. 32s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.**

Datum zadání: 13.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

Jan Zajíc

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :.....

.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Jan Zajíc

Adresa trvalého pobytu autora práce: Vysoká 28, Hustopeče nad Bečvou, 753 66

Chtěl bych na tomto místě poděkovat vedoucí mé diplomové práce doc. Ing. Jiřímu Friesovi, Ph.D., dále pak panu Ing. Viktoru Šumberovi za ochotu a trpělivost při psaní této práce, firmě PWO Czech Republic a.s. že mi poskytla možnost s nimi spolupracovat. V neposlední řadě bych také chtěl poděkovat mé rodině a přátelům za podporu.

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

ZAJÍC, J. Návrh montážního zařízení pro sestavení výlisků : diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2015, 55 s. Vedoucí práce: Fries, J.

Diplomová práce se zabývá návrhem zařízení pro sestavování výlisku části sedadla osobního automobilu. V úvodu práce je provedeno seznámení s pojmem montáž a montážní linkou, dále se zabývám měření práce a na závěr teoretické části pak obeznámení s technologií práce. V praktické části je pak obeznámení se sestavovanou součásti, rozbor navrhovaných variant a jejich výpočet pomocí analýzy Basic MOST. Na závěr je vyhodnocení variant a podrobnější rozebrání výsledné varianty.

ANOTATION OF BACHELOR THESIS

ZAJÍC, J. System Design of the Machine for Assembling of Stamped Parts: Master Thesis. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical engineering, Department of Production Machines and Design, 2015, 55p. Thesis supervisor Fries J.

The diploma thesis designs a proposal of equipment for assembling a molding of seat particle of a passenger car. The introduction deals with explanation of concept of assembly and assembly line, further it is about measuring its working process. Familiarization of the process technology forms the conclusion of the theoretical part of the. The practical part consists of description of the setting component in detail, analysis of proposals and also calculation of each proposal by Basic MOST analytical method. In the conclusion of the thesis proposals are evaluated and this evaluation results in thorough description of chosen option.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ	8
ÚVOD	9
1 TEORETICKÁ ČÁST	10
1.1 Představení společnosti PWO Czech Republic.....	10
1.2 Montáž	11
1.3 Montážní linka	11
1.4 Analýza a měření práce.....	13
1.4.1 Přímé měření	14
1.4.2 Nepřímé měření	14
1.5 Poka-yoke v konstrukci.....	18
1.6 Technologické operace	20
1.6.1 Nýtování.....	20
1.6.2 Tváření za studena	21
2 PŘÍPRAVA NÁVRHU	23
2.1 Popis sestavované součásti	Chyba! Záložka není definována.
2.1.1 Popis jednotlivých částí skládané sestavy.....	24
2.2 Postup při sestavování součásti.....	26
2.3 Rozbor pracovních situací.....	Chyba! Záložka není definována.
2.4 Určení času jednotlivých operací.....	Chyba! Záložka není definována.
2.4.1 Čas operace nýtování – nýt ø 8 mm.....	27
2.4.2 Čas operace nýtování – nýt ø 12 mm.....	27
2.4.3 Čas operace rozlisování kluzného pouzdra.....	27
3 NÁVRH A ROZBOR JEDNOTLIVÝCH VARIANT	29
3.1 Sestavování pomocí jednoduchých strojů.....	29
3.2 Zařízení s otočným stolem – 4 polohy	38
3.3 Zařízení s otočným stolem – 6 poloh	42
3.4 Zhodnocení variant	Chyba! Záložka není definována.
4 VYSLEDNÁ VARIANTA	47
4.1 Schéma pracovních pozic	47
4.2 Rozdělení částí	48
4.2.1 Hlavní rám	48
4.2.2 Nástavba.....	49
4.2.3 Pracovní jednotky	50
4.2.4 Ostatní prvky.....	52
5 ZÁVĚR	53
6 ZDROJE.....	54
7 SEZNAM PŘÍLOH.....	55

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

Značka	Popis	Jednotka
MTM	Methods Time Measurement	
UAS	Universelles Analysier System	
USD	Unified Standard Data	
MOST	Maynard Operation Sequence Technique	
LCIA	Low Cost Intelligent Automation	
P	Umístění	
A	Akce na určitou vzdálenost	
G	Získání kontroly	
G	Získání kontroly	
P	Umístění	
t_x	Čas jednoho kusu	[s]
n_x	Hodinová produkce	[ks/hod]

ÚVOD

Dnešní svět jde v technickém směru a nejen v něm neskutečnou rychlostí kupředu, a to se také podepisuje v nemalé míře na potřebách firem. Základem úspěchu je maximální produkce za minimální náklady a proto se automatizace, organizace a také normování práce stalo nedílnou součástí pro úspěšný chod a plnění cílů všech podniků.

Úkolem této diplomové práce je navrhnout montážní zařízení pro sestavování výlisku. Tento výlisek je ve finální podobě částí bočnice sedadla osobního automobilu. Práce je rozdělena do dvou částí. Náplní teoretické části je seznámení s pojmem montáž a dále zaměřeno na analýzu a měření práce. Praktická část je tvořena ve spolupráci s podnikem PWO Czech Republic, který v tomto případě bude rozjíždět další linku pro pokrytí zakázky na sestavování bočnice sedadla blíže nespecifikovaného osobního automobilu. Na začátku praktické části provádím rozbor jednotlivých navrhovaných variant, z kterého určím nejvýhodnější z nich. U té by mělo dojít k ideálnímu sladění času práce člověka i zařízení. V poslední kapitole se podívám na hlavní části výsledné varianty.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Představení společnosti PWO Czech Republic

PWO Czech Republic se sídlem ve Valašském Meziříčí je součástí koncernu Progress-Werk Oberkirch AG. Společnost se sídlem ve Valašském Meziříčí a je součástí světového koncernu PWO AG. Tento koncern má své pobočky jednak v České republice, v Německu, v Kanadě, v Číně a Mexiku. Jeho součástí jsou kooperace, které jsou umístěny v Argentině, Brazílii, Velké Británii, Indii, Španělsku, Jižní Africe a Thajsku.

Dříve se tato společnost specializovala na vývoj a výrobu lisovacích, střížných, ohybových a tažných nástrojů pro automobilový průmysl. Při dalším rozvoji nástrojárny, která tvořila jádro obchodní činnosti, byla také zavedena sériová výroba.

Dnes PWO Czech Republic a.s. vyrábí, mimo jiné, bezpečnostní díly pro sedáky, karoserie a řízení vozidel za pomoci moderních vysokovýkonných lisů a dále jsou zpracovávány na svařovacích a montážních linkách. Díly jsou dodávány zejména na východoevropský trh.



Obrázek 1.1 Snímek exteriéru závodu PWO

1.2 Montáž

V této práci se zabývám návrhem montážní linky, proto je potřeba uvést význam slova montáž na pravou míru. **Montáž** z francouzského termínu pro spojování dohromady, je lidská činnost popřípadě dnes i strojně automatizovaná činnosti, kterou lze obecně popsat jako sestavování dílčích částí v jeden jediný výsledný celek. Mechanickým a elektrickým spojením jednodušších dílů vzniká složitější celek. Pro montáž je typické, že až na výjimky nezahrnuje dělení materiálu, změnu tvaru ani provedení povrchové ochrany.

Základní způsoby montáže v průmyslu:

- Montáž v kusové výrobě
- Montáž v sériové výrobě
- Automatizovaná montáž

Jak postupuje montáž:

Díl → Podsestava → Sestava → Výrobek

V případě, který se zabývám v praktické části této práce, je našim výrobkem sestava bočnice osobního předního sedadla osobního automobilu. Tento náš výrobek je však pouhý zlomek finálního výrobku a tím je v konečném procesu výroby osobní automobil.

1.3 Montážní linka

S rozvojem hromadné výroby je velice těsně spojen rozvoj a automatizace výrobních a montážních linek. Tyto linky se od sebe obecně liší jednak topologií (uspořádáním pracovních stanic a pohybem výrobků mezi nimi), jednak okruhem činností, které linka vykonává. Společným prvkem je zpravidla transportní systém (dopravník, vozíky), propojující jednotlivé pracovní stanice. Montážní linka má jeden vstupní uzel, kterým vstupují základní prvky pro montáž, montážní jednotky. V průběhu montážního procesu jsou tyto jednotky doplňovány a upravovány tak, aby na konci linky vystupoval hotový výrobek. [1]

Jedna montážní linka obecně umožňuje montáž několika typů výrobků, které se od sebe mohou více či méně lišit. Podle toho, zda je linka určena pro jediný typ výrobků nebo pro několik typů zároveň, označujeme montážní linky jako

- a) linky s jednoduchým programem (single model assemblyline, SMAL), na nichž jsou montovány pouze výrobky jediného typu
- b) linky se smíšeným programem (mixed model assemblyline, MMAL), umožňující montáž několika typů výrobků bez nutnosti změny parametrů linky, přenastavení nástrojů či automatů
- c) linky s různými programy (multiple model assembly line), které vyžadují při změně typu montovaného výrobku změnu nastavení parametrů, výměnu nástrojů či přeprogramování automatů.

Základním prvkem montážní linky jsou pracovní stanice. Každá pracovní stanice zajišťuje několik operací (činností), při nichž je montážní jednotka doplňována o další komponenty, případně jiným způsobem zpracovávána (obráběna, povrchově upravována, seřizována, nastavována, ...). Jedna pracovní stanice obvykle působí v určitém vymezeném prostoru, zahrnujícím část dráhy transportního systému, po předem vymezený čas. [1]

Nízkonákladová automatizace

Low Cost Intelligent Automation - LCIA

Zkráceně LCA je technika, která dosahuje určitý stupeň automatizace s existujícími:

- zařízeními,
- nástroji,
- metodami,
- lidmi,

při využití standardních komponentů, které jsou dostupné na trhu. Tento přístup se využívá především při budování štíhlého zařízení.

Podstatou tohoto systému jsou:

- Nízké požadované investice.
- Malá rizika.
- Automatizace je přizpůsobená existujícím zařízením se zapojením lidí z výroby, změny jsou postupné a vyvážené, nákladově velmi efektivní.
- Použité technologie jsou jednoduché na pochopení, údržbu a modernizaci, při poruchách jsou minimální ztráty.
- Komponenty hardware jsou flexibilní a vícenásobně využitelné, adaptivní na změny produktu a podmínek na trhu.
- Odpor lidí je minimální, protože se snižuje námaha a ohrožení bezpečnosti, zároveň mají možnost naplno se realizovat ve změnách směrem k LCIA. [2]

1.4 Analýza a měření práce

Analýza a měření práce patří mezi základní znalost průmyslových inženýrů a Lean specialistů. Jsou poměrně jednoduchým a zároveň velmi účinným nástrojem v boji proti plýtvání a neefektivnosti v procesech. Pod názvem analýza a měření práce si můžeme představit aktivity vedoucí k definování optimálního pracovního postupu a určení spotřeby času pro jednotlivé činnosti.

Analýzou práce je tedy studiem pracovních metod s cílem identifikovat plýtvání a neproduktivní činnosti, a následně zjednodušit vykonávanou práci. Výstupem je nový, optimální pracovní postup.

Měřením práce, tedy určením spotřeby času dané činnosti. Analýza práce není mnohdy o ničem jiném než o detailním sledování pracovního postupu, zapojení selského rozumu a neustálém kladení si otázek, zda danou operaci vykonáváme tím nejlepším možným způsobem, či je možné některé úkony eliminovat, sloučit nebo jinak zjednodušit. Z hlediska používaných metod se jedná o základní analytické nástroje, jako jsou procesní analýzy a diagramy, špagetové diagramy či mapování toku hodnot.

Jak již bylo uvedeno výše, cílem měření práce je určit co nejobjektivnější normu spotřeby času. Pokud pomineme techniky jako je hrubý odhad či využití historických údajů, patří mezi nejpoužívanější metody časové studie, které jsou realizovány přímým měřením za pomoci stopek. Kromě těchto časových studií tvoří druhou, v současnosti stále více používanou skupinu tzv. systémy předem určených časů, kde norma je určena

nepřímým způsobem. Zjednodušeně tedy můžeme říci, že pro určování spotřeby času můžeme použít stopky – potom se jedná o formu přímého měření – nebo vycházíme z předem definovaných časů, které danému pohybu přísluší, a potom mluvíme o tzv. nepřímém měření. [3]

1.4.1 Přímé měření

Stanovení spotřeby času za pomoci stopek, potřebných formulářů, případně specializovaného zařízení či software (tato zařízení v podstatě nahrazují stopky, papírové formuláře a následné přepisování těchto údajů do elektronické podoby. V české republice se zatím vzhledem k poměrně vysoké vstupní investici příliš nepoužívají. V zahraničí jsou rozšířena především u firem specializujících se na měření práce).

V zásadě můžeme rozlišovat dva základní přístupy v oblasti přímého měření. V případě, že se zaměřujeme na sledování pracovníka, mluvíme o **snímku pracovního dne**, pokud je cílem sledování a určení času operace, mluvíme nejčastěji o tzv. **chronometráži**.

Chronometráž slouží ke stanovení délky trvání určitého pracovního děje (operace) a stále patří mezi nejpoužívanější způsob stanovení výkonové normy. Tato metoda je založena na principu rozdělení měřené operace do několika dílčích úseků (úkonů či měřících bodů). Spotřeba času jednotlivých úkonů je potom zaznamenávána do připraveného formuláře. Výhodou chronometráže plynoucí především z rozdělení operací na jednotlivé úkony je při jejím správném použití především:

- Vyloučení extrémních hodnot jednotlivých úkonů a zajištění poměrně vysoké spolehlivosti měření.
- Možnost balancování operací (přesouvání jednotlivých úkonů mezi pracovníky).
- Definování problematických úkonů.

1.4.2 Nepřímé měření

Cílem nepřímého měření nebo také systémů předem určených časů je rozbor jednotlivých úkonů na základní pohyby, kterým je následně dle náročnosti přiřazen index odpovídající určité spotřebě času.

Mezi základní výhody systémů předem určených časů v porovnání s přímým měřením patří:

- Odpadnutí subjektivity při stanovování stupně výkonu (systémy předem určených časů pracují se stupněm výkonu 100%).
- Možnost použití pro stanovení budoucích operací.
- Možnost použití pro racionalizaci pracovního postupu, organizaci a uspořádání pracoviště.

Asi nejznámější ze systémů předem určených časů je systém MTM (MethodsTimeMeasurement). Tato metoda se stala základem většiny současných řešení. Problémem je, že tato metoda vyžaduje často velmi detailní popis vykonávaných pohybů, kdy potřebujeme znát typ pohybu, jeho náročnost, vzdálenosti, hmotnost objektu apod. Pomineme-li to, že mnohdy je velmi obtížné tak přesně pohyb specifikovat a různí operátoři nevykonají pohyb nikdy zcela stejně, je dalším problémem poměrně značná složitost celého systému i časová náročnost vlastní analýzy. Snahy tyto analýzy zrychlit a zefektivnit především ve výrobach, které se nevyznačují tak vysokou sériovostí, vedly k vývoji systémů odvozených od základní metody **MTM**, jako např. MTM2, UAS, USD a další.

Dnes asi nepoužívanější systém předem určených časů zvaný **MOST** (Maynard Operation Sequence Technique) umožnil značné zvýšení produktivity vykonávané analýzy při zachování vysoké přesnosti. MOST je systém, který je až na výjimky univerzálně použitelný ve všech odvětvích průmyslu (automobilový, strojírenský, elektronický...). Je možné jej využívat jak přímo pro výrobní operace, tak pro podpůrné činnosti. Umožňují to jeho tři, resp. čtyři základní rodiny (Mini MOST, Basic MOST, Maxi MOST, Admin MOST). Jednoznačně nepoužívanější, "zlatou střední" cestou, je **Basic MOST**, který slouží k normování činností trvajících několik desítek vteřin až několik minut. Pracuje s přesností setin vteřiny, dostačuje pro většinu běžných činností. Pro operace trvající několik vteřin s vysokou frekvencí opakování a potřebou přesnosti v tisících vteřin je vhodné použít **Mini MOST**. **Maxi MOST** se potom používá většinou pro logistické činnosti či operace související s údržbou nebo přestavbou strojních zařízení. Jedná se o činnosti s nepříliš vysokou opakovatelností a cyklovými časy v desítkách minut. Poslední, nejmladší z rodiny, je **Admin MOST**, který slouží k normování administrativních činností. [3]

Basic MOST (i MOST obecně) je systém pro analyzování, měření a následnou optimalizaci práce. Vychází ze skutečnosti, že při veškerých činnostech ve výrobě (kromě tvůrčího myšlení) dochází k přemísťování objektů. Přičemž objekt můžeme přemísťovat:

- volným pohybem (volně vzduchem),
- řízeným pohybem (jasně daná dráha pohybu),
- za pomoci ručního nástroje,
- za pomoci ručního jeřábu.

Dle způsobu pohybu rozlišuje následně Basic MOST čtyři základní sekvence, které jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka 1.1 – Sekvenční modely pro systém Basic MOST

Aktivita/druh pohybu	Sekvenční model	Parametr
Obecné přemístění	ABGABPA	A - Akce na určitou vzdálenost B - Pohyb těla G - Získání kontroly P - Umístění
Řízené přemístění	ABGMXIA	M - přesun řízený X - Procesní čas I - vyrovnání
Použití ručního nástroje	ABGABP*ABPA	F – Utáhnout L – Uvolnit C – Dělit S – Povrchová úprava M – měřit R – Zaznamenat T - Myslet
Použití ručního jeřábu	ATKFVLVPTA	T - Transport prázdný K - Zaháknout a vyháknout F - Uvolnění objektu L – Transport naložený V – vertikální přemístění

Postup při tvorbě modelu:

- 1) Zvolíme dle vykonávaného pohybu vhodnou sekvenci
- 2) Přiřadíme z tabulky indexů dle náročnosti pohybu vhodné indexy k jednotlivým parametrům
- 3) Určíme spotřebu času dané operace.

Normování vždy bylo, je a určitě i bude ve firmách velmi choulostivým tématem. Lidé zabývající se měřením práce ve firmách nikdy nebývali příliš oblíbení. Je třeba si však uvědomit, že tato oblast průmyslového inženýrství bude i do budoucna ve většině firem klíčová, a to především ze dvou důvodů:

1. Česká republika již dávno nepatří mezi levné montovny a lidská práce je ve většině kalkulačních vzorců tou nejdražší položkou. Nebude proto možné při sestavování těchto nabídek vycházet z nějakých nepodložených údajů či odhadů, ale již v předvýrobních etapách bude třeba zajistit vysokou přesnost normy.
2. Firmy se snaží u výrobních pracovníků o stále užší provázanost mzdového systému s výkonovou normou. To naráží na přirozený odpor pracovníků a následnou potřebu o co nejprůhlednější a pro samotné pracovníky co možná nejjednodušší normy spotřeby času.

Toto s sebou nese i jakési zvýšené požadavky na analýzu a měření práce, kde bude třeba zajistit:

- vysokou přesnost a průhlednost norem,
- pružnou reakci při případných konstrukčních změnách produktu,
- normy pro velké množství variant produktů,
- normu spotřeby času dané operace s minimální pracností,
- neustálé zlepšování procesů s cílem úspory pracnosti.

Z výše uvedeného lze tak předpokládat, že normování práce bude i nadále stále více směřovat k systémům předem určených časů, především k méně pracné metodě MOST, popřípadě k tvorbě vlastních firemních normativů pro klíčové operace či úkony.

[3]

1.5 Poka-yoke v konstrukci

V zadání práce je uvedeno, že je vyžadován při technologii práce systém poka-yoke. Co to vlastně znamená?

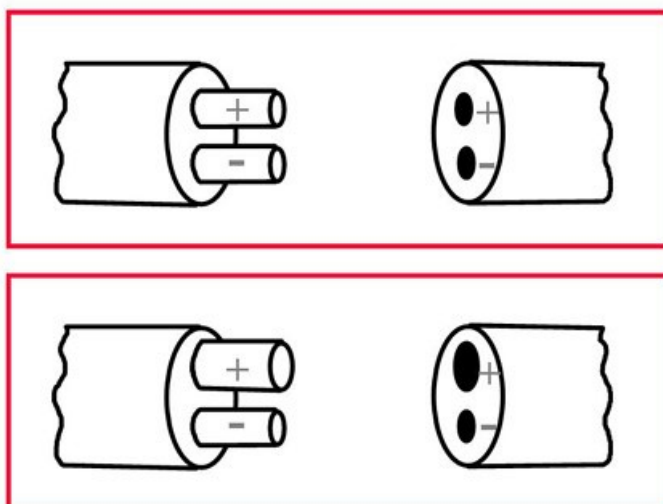
Z historie

(z japonska, v překladu chybu-vzdorný, původně BOKA-YOKE blbu-vzdorný).

Přínosy

Zaváděním těchto principů do výroby, je primárním cílem snížení výrobních vad, dále pak snížení výrobních nákladů především díky minimalizaci chyb. Zvýšená bezpečnost a snížení rizik pracovních úrazů a optimalizuje se výrobní tok.

- eliminace chyb
- zlepšená kvalita
- nižší náklady
- zvýšení bezpečnosti obsluhy
- nižší požadavky na zručnost obsluhy
- zvýšená flexibilita výroby
- zlepšení přístupu obsluhy
- zjednodušení a zlepšení údržby



Obrázek 2.4 – Poka-yoke u propojení vodičů

Na obrázku 2.4 jsou vidět dvě možnosti propojení vodičů stejnosměrného proudu pomocí konektoru. Na horním obrázku je vidět, že konektor je možné zapojit i + na -, což je samozřejmě nesprávné. Na spodním obrázku je vidět, že kolík + má větší průměr a proto jej není možné zapojit do díry -, tj. technicky není možné elektrický obvod zapojit. Toto je jeden z příkladů POKA-YOKE konstrukce, kdy už ve fázi konstrukce bylo pamatováno na zamezení možnosti nesprávného zapojení.

Veškeré zábrany POKA YOKE jsou navrhovány s ohledem na požadavky bezpečnosti provozu, ergonomii montážního místa a logické uspořádání v sestavě montovaných dílů.

Technika principy

jsou jednou z nejdůležitějších metod řízení kvality a zlepšování výrobních procesů. Principy poka yoke uplatňujeme při konstrukci pro kontrolní šablony, upínací přípravky, měřicí přípravky, ale i na montážní stoly. Elektronické nebo mechanické součásti POKA YOKE, usnadňují obsluhu opakovanou a bezchybnou činnost. Je tak zabráněno vytvářet zbytečné chyby a zmetky, je kontrolována přítomnost a poloha komponent při montáži apod. Správným aplikováním principů POKA YOKE do výrobního procesu je postupně docíleno systému QC (nulová tolerance chyb neboli nulová chyba). [4]

1.6 Technologické operace

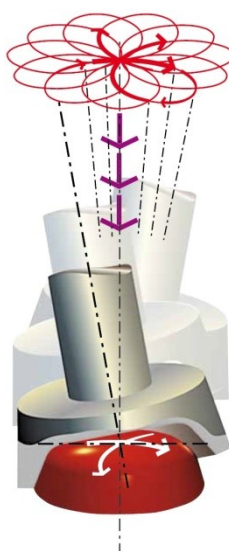
1.6.1 Nýtování

Nýtování je klasická kovářská technika spojování dvou částí. V minulosti bylo používáno nejenom v kovářství, ale hlavně při stavbách všech ocelových konstrukcí, věží, mostů, kotlů a podobně.

Nýty v kovařině plní funkci nejenom spojovací, ale i ozdobnou. Zatímco u stavebních a zámečnických konstrukcí se potkáte pouze s nýty s půlkulatou hlavou, případně zapuštěnými, protože tady je důležitá především pevnost spoje, v kovařině narazíte na nepřehlednou škálu tvarů jak hlaviček, tak i celých nýtů. Nýtovat můžete tak, že vytvarujete precizní půlkulatou hlavu na obou stranách, nebo hlavu tvarujete jen tak "z ruky" kladivem. v tom případě je hlava vyjádřením vaší osobní představy o tvaru, nikoli jen strojní součástí. Je nepochybně krásnější, ale i pečlivě provedená a přesná půlkulatá, nebo zdobená hlava má své opodstatnění. [6]

Radiální nýtovací technologie Baltec

Radiální nýtovací technologie od firmy BalTec je považována za nejmodernější nýtovací způsob na světě. Všude tam, kde jsou vyžadovány spoje vysoké kvality, nenajdeme v současnosti srovnatelnou technologii. Dokonce i spoje, které dříve byly možné pouze pomocí speciálních technologií, jsou nyní proveditelné pomocí radiálního nýtování. [7]



Obrázek 2.5 - Hypocykloidní pohyb při radiálním nýtování

Nástroj je vychýlený ze svislé osy a vykonává hypocykloidní pohyb, který umožňuje jemné a vysoce kvalitní spojení. Šetrného tváření se dosahuje relativně nízkou axiální silou a malou kontaktní plochou mezi nýtem a nástrojem. Díky vychýlení nástroje ze svislé osy a jeho hypocykloidní dráze teče materiál převážně v radiálním směru.

Dokonalá povrchová úprava závěrné hlavy

Při radiálním nýtování nástroj nerotuje. To způsobuje, že tření mezi nástrojem a tvářeným materiálem je minimální. Výsledkem je dokonalá struktura povrchu závěrné hlavy

Malé zatížení zpracovávaného materiálu

Lze nýtovat i sestavy, které obsahují křehké materiály (např. keramika, bakelit). Boční síly jsou zanedbatelné a upínání obvykle není potřeba. [7]

1.6.2 Tváření za studena

Masivní tváření za studena je metoda tvářecí techniky – tváření tlakem, při které polotovary vytvářeného dílu nejsou ohřívány. Obrobky jsou tvarovány v lisech mezi razníkem a matricí pomocí enormních tlaků. Při odpovídajícím tvarování matrice a razníku je materiál nucen zatékat do volných prostorů, které mu jsou ponechány v matrici a razníku. Obsahuje-li matrice odstupňované průměry, potom se zde hovoří o redukování nebo dopředném lisování (protlačování). Při redukování se prodlužuje obrobek vždy ve zmenšeném průměru. Pokud zůstane mezi vnitřní stěnou matrice a razníkem meziprostor, do kterého zatéká materiál při lisování, zůstává v obrobku odpovídající dutý prostor. Hovoří se zde o protahování zajištěním razníku do výstupního materiálu. Podle směru tečení materiálu se hovoří o dopředném nebo zpětném lisování tj. o protlačování nebo protahování.

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

5 ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout montážní zařízení k sestavování výlisku části bočnice sedadla osobního automobilu.

V úvodu této práce jsem se zabýval teoretickou částí, obecnému pojetí montáže a následnému rozdělení. Dále jsem se zaměřil na popis normování činnosti v současné době a především na analýzu MOST, kterou jsem pro tento případ použil. Hlavní část pojednává práce o rozboru 3 hlavních variant. U každé této varianty bylo jako první stanoveno předběžné schéma pro určení času činnosti operátora, které jsem spočetl dle systému BasicMost. Dále byly naměřeny nebo jinak určeny časy jednotlivých operací a z těchto časů a časů činnosti operátorů byl určen čas sestavení. Z tohoto času a z odhadu ceny jsem určil za pomoci interního výpočtu společnosti hodinovou taxu stroje. Ve výsledku jsem byl schopen vyhodnotit nejvýhodnější řešení, kterým bylo využití varianty s šesti polohovým otočným pracovním stolem. U tohoto řešení vychází přibližně stejný čas využití pracovního stroje na jedné pozici a jako čas, za který operátor založí všechny potřebné komponenty do přípravku. V poslední části jsem zjednodušeně rozebral tuto výslednou variantu. Tato varianta by následně měla být zadána dodavateli stroje, který bude tento stroje kompletovat.

6 ZDROJE

- [1] DOHNAL, Gejza. *Modelování montážní linky* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.statapol.cz/cs/wp-content/uploads/2013/05/request2006/sbornik/dohnal.pdf>
- [2] KOŠTURIK, Ján. 2007. LCIA [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/lcia>
- [3] DLABAČ, Jaroslav. 2012. *Analýza a měření práce* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70803.analyza-a-mereni-prace>
- [4] *Poka Yoke* [online]. In: . [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.holmtec.cz/poka-yoke/>
- [5] Interní dokumenty společnosti PWO Czech Republic a.s.
- [6] *Nýtování* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: http://kovarna.webzdarma.cz/stranky/zakladni_postupy/nytovani.htm
- [7] *Nýtovací technologie* [online]. [cit. 2015-05-13]. Dostupné z: <http://www.ok-strojservis.cz/produkty/baltec/nytovaci-technologie/>

7 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A	Výkres sestavy
Příloha B	CD

Obsah CD

Textová část DP

Výpočtový excelový soubor – BASIC MOST

Výkres sestavy

Použitý software:

Microsoft Office Word 2007

Microsoft Office Excel 2007

Autodesk Inventor 2012

AutoCAD 2012